



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 19 928 A 1**

⑥ Int. Cl. 6:
G 05 D 3/00
A 61 B 6/03
G 03 B 42/02
G 01 N 23/06

② Aktenzeichen: 198 19 928.7
② Anmeldetag: 5. 5. 98
④ Offenlegungstag: 11. 11. 99

DE 198 19 928 A 1

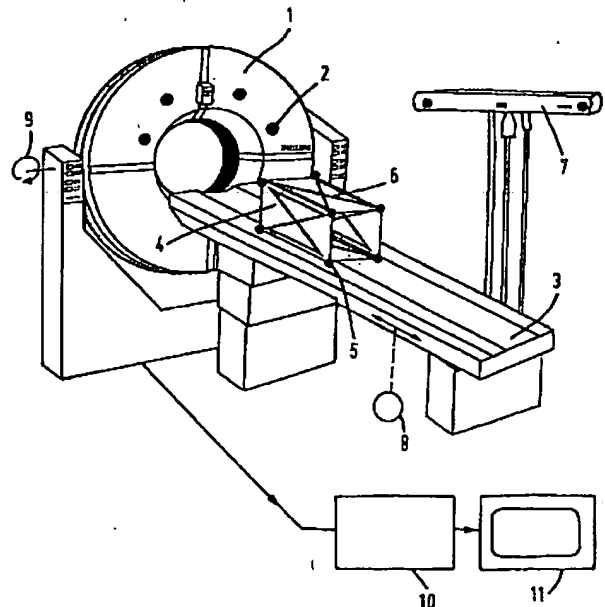
⑪ Anmelder:
Philips Patentverwaltung GmbH, 22335 Hamburg,
DE

⑫ Erfinder:
Zylka, Waldemar, Dr., 21079 Hamburg, DE; Proksa,
Roland, 22415 Hamburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Verfahren für ein Schichtbilder erzeugendes Abbildungssystem

⑥ Die Erfindung beschreibt ein Verfahren für die Medizinische Diagnostik mit einem Schichtbilder eines Untersuchungsbereiches erzeugenden Abbildungssystem, bei dem die Lage einer mit dem Abbildungssystem abgebildeten Schicht im Raum mit Hilfe der gemessenen Position von am Abbildungssystem befestigten Marken und mit Hilfe von zuvor ermittelten Kalibrierdaten berechnet werden kann, die der Lage der Schicht relativ zu den Marken entsprechen. Es wird ein besonders einfaches Verfahren zur Ermittlung der Kalibrierdaten angegeben, außerdem ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, die Schichtebene nachzuführen beispielsweise um chirurgische Instrumente abzubilden.



DE 198 19 928 A 1

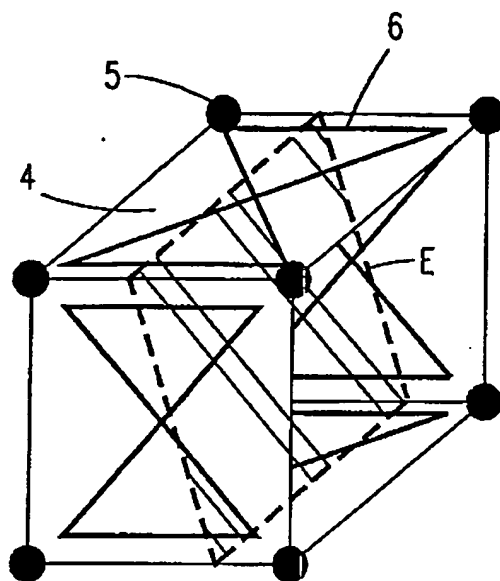


Fig. 2

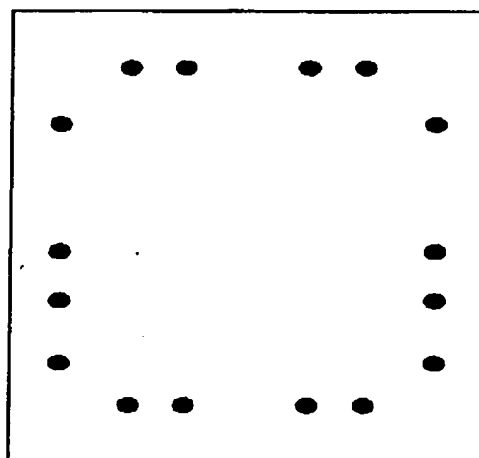


Fig. 3

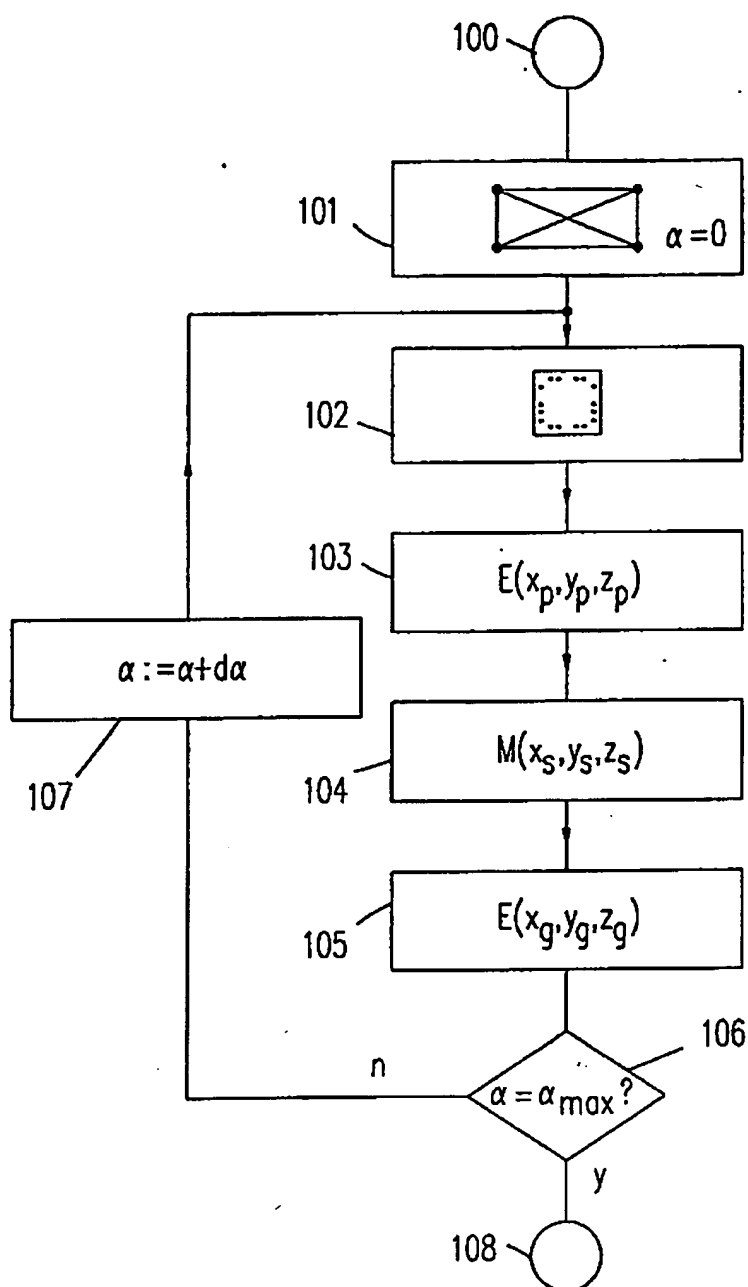


Fig. 4

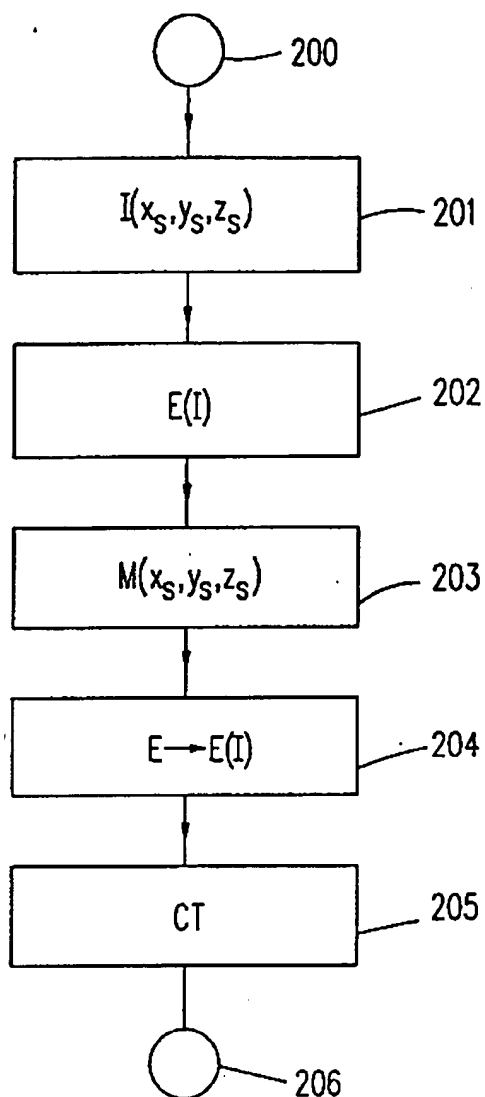


Fig.5

- Leerseite -

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Lage einer Schicht bei einem Schichtbild eines Untersuchungsbereiches erzeugenden Abbildungssystems. Derartige Abbildungssysteme, die zu medizinischen Zwecken ein Schichtbild eines Untersuchungsbereiches erzeugen können, sind Röntgen-Computertomographen, MR-Geräte oder Ultraschallgeräte. Neuerdings werden diese Abbildungssysteme auch in der bildgeführten Chirurgie eingesetzt, um chirurgische Instrumente bei einem Eingriff in den Körper eines Patienten abzubilden bzw. zu verfolgen. Die genaue Lage der chirurgischen Instrumente kann dabei mit einem Positions-Meßsystem bestimmt werden, das die Position von an den Instrumenten angebrachten Marken, z. B. Licht emittierenden Dioden (LED) mißt.

Um einen solchen Eingriff planen zu können, aber auch um während eines solchen Eingriffs die Position eines Instruments bestimmen zu können, müssen Schichtbilder des Untersuchungsbereiches angefertigt werden, deren Lage im Raum genau bekannt sein muß, bzw. der Lage des Instruments angepaßt werden muß. Das eigentliche Bilderzeugungssystem ist bei den genannten Abbildungssystemen aber verkleidet; bei einem Computertomographen beispielsweise befinden sich Röntgenstrahler und Röntgendetektor im Innern einer sogenannten Gantry. Es kommt hinzu, daß gerade in Verbindung mit der bildgeführten Chirurgie mobile Computertomographen verwendet werden, weshalb auch nicht von einer festen Lage der durch das Schichtbild abgebildeten Ebene (im folgenden auch Schichtebene genannt) im Raum ausgegangen werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, bei dem die Lage des Schichtbildes auf einfache Weise ermittelt werden kann. Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe durch folgende Schritte gelöst:

- Messung der Position des Abbildungssystems mit Hilfe eines Positions-Meßsystems,
- Berechnung der Lage der Schicht aus der gemessenen Position und aus gespeicherten Kalibrierdaten, die der Lage der Schicht relativ zu dem Abbildungssystem entsprechen.

Bei der Erfindung wird die Lage der Schicht nicht direkt gemessen sondern nur die Position des Abbildungssystems (bei einem Computertomographen beispielsweise der Gantry). Aus dieser gemessenen Position und aus zuvor ermittelten und gespeicherten Kalibrierdaten, die der Lage der Schicht relativ zu dem Abbildungssystem entsprechen, wird die Lage der Schicht berechnet. Wenn die Lage der Schicht relativ zu dem Abbildungssystem konstant und - z. B. aus den Konstruktionsdaten des Abbildungssystems - bekannt ist, lassen sich die Kalibrierdaten auf einfachste Weise angeben.

In der Regel reicht die Stabilität eines Abbildungssystems jedoch nicht aus, um über die gesamte Lebensdauer hinweg eine definierte Lage der Schicht relativ zu dem Abbildungssystem zu gewährleisten. Die Kalibrierdaten müssen daher wiederholt ermittelt werden, z. B. im Abstand von Wochen, Tagen oder gar Stunden. Anspruch 2 beschreibt eine für diese Zwecke geeignete Weiterbildung der Erfindung, die auch dann anwendbar ist, wenn die Lage der Schicht relativ zu dem Abbildungssystem gar nicht bekannt ist. Erforderlich ist dazu ein Phantomkörper, der so gestaltet ist, daß er sich im Schichtbild gut abbildet und daß seine Lage durch die Lage der Schicht relativ zum Phantomkörper definiert ist. Ein solcher Phantomkörper ist aus der US-Appl. Nr.

08/824.621 (PHD 96-056) für einen Computertomographen bekannt. Eine Analyse des Schichtbildes ergibt somit die Lage der Schicht in bezug auf den Phantomkörper. Durch Messung der Position des Phantomkörpers und des Abbildungssystems läßt sich dann die Lage der Schicht relativ zum Positions-Meßsystem bzw. zu dem Abbildungssystem errechnen.

Grundsätzlich wäre es möglich, die Position des Abbildungssystems bzw. des Phantomkörpers z. B. mit Hilfe eines als Positions-Meßsystem dienenden Video-Kamerasystems zu messen, das aus einem oder mehreren Bildern durch eine automatische Bildanalyse die Lage des Abbildungssystems bzw. des Phantomkörpers ableitet. Einfacher und wohl auch genauer aber ist die Positionsmessung gemäß Anspruch 3.

Die Marken können dabei z. B. Miniatur-Spulen sein, die auf elektromagnetischer Basis mit dem Positions-Meßsystem zusammenwirken oder im mit Ultraschall detektierbare Marken. Vorzugsweise werden aber in weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 4 optisch wirksame Marken verwendet. Statt der im Anspruch 4 definierten "aktiven" optischen Marken können auch "passive" Marken verwendet werden, z. B. kugelförmige Reflektoren, die das von einem (Infrarot-)Beleuchtungssystem stammende Licht zu dem optischen Positions-Meßsystem reflektieren. Solche passiven optischen Marken benötigen keine Stromversorgung.

Wie schon einleitend erwähnt, besteht das Erfordernis nach einer genauen Bestimmung der Lage der durch ein Schichtbild abgebildeten Schicht auch bei MR-Geräten oder bei Ultraschallgeräten. Besonders vorteilhaft ist, aber die in Anspruch 5 definierte Anwendung bei einem Röntgen-Computertomographen, im folgenden auch als CT-Scanner bezeichnet. Für einen CT-Scanner mit einer kippbaren Gantry ist die Ausgestaltung nach Anspruch 6 vorgesehen. Die Ausgestaltung nach Anspruch 7 nutzt die Kenntnis der Lage der abgebildeten Schicht dazu aus, das Abbildungssystem automatisch in eine bestimmte Soll-Lage nachzuführen, die gemäß Anspruch 8 beispielsweise durch die Position eines mit Marken versehenen Instruments vorgegeben sein kann. Das Verfahren der Gantry relativ zum Untersuchungsbe- reich kann dabei auch dadurch erfolgen, daß der Tisch, auf dem sich der zu untersuchende Patient befindet, relativ zur Gantry verfahren wird.

Anspruch 9 beschreibt eine Anordnung mit der das erfindungsgemäße Verfahren bei einem Abbildungssystem durchgeführt werden kann. Diese Anordnung erlaubt die Durchführung des Verfahrens auch bei Abbildungssystemen - z. B. auch von anderen Herstellern - dessen Konstruktionsdaten nicht bekannt sind. Anspruch 10 bezieht sich auf die Verwendung einer solchen Anordnung an einem Abbildungssystem.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Computertomographen zusammen mit einem Phantomkörper und einem Positions-Meßsystem,

Fig. 2 den Phantomkörper,

Fig. 3 ein Schichtbild eines solchen Phantomkörpers,

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Ermittlung der Kalibrierdaten und

Fig. 5 ein Flußdiagramm, das die Erzeugung von Schichtbildern in einer vorgegebenen Lage erläutert.

Fig. 1 zeigt einen CT-Scanner mit einer Gantry 1 und einen Patientenlagerungstisch 3, dessen Tischplatte in ihrer Längsrichtung mittels eines Motors 8 verfahrbar ist. Innerhalb der Gantry 1 befindet sich - nicht näher dargestellt - ein Röntgenstrahler, der ein fächerförmiges Röntgenstrahlenbündel erzeugt und ein Röntgenbilddetektor, der die Intensi-

tät des Röntgenstrahlenbündels jenseits des Untersuchungsbereichs erfaßt. Eine Steuer- und Recheneinheit 10 steuert den CT-Scanner und rekonstruiert aus den von dem Röntgendetektor gelieferten Daten ein oder mehrere Schichtbilder, deren Lage durch die Bewegungsbahn des Röntgenstrahlers bzw. des Röntgendetektors definiert ist. Diese Schichtbilder können auf einem Monitor 11 wiedergegeben werden. Wie durch den Pfeil 9 angedeutet, kann die Gantry 1 um eine zur Längsrichtung des Tisches 3 senkrechte, horizontale Achse gekippt werden, so daß Schichtbilder von im Raum schräg liegenden Schichten angefertigt werden können.

An der Gantry 1 sind Marken in Form von Licht emittierenden Dioden 2 befestigt. Die Position der Marken 2 und damit auch die Lage der Gantry kann mittels eines optischen Positions-Meßsystems 7 gemessen werden, das mit Hilfe von zwei Kamerasystemen die Marken 2 auf der Gantry 1 erfaßt und aus deren Lage in den von den Kamerasystemen aufgenommenen Bildern automatisch deren Position in einem mit dem Positions-Meßsystem 7 verbundenen Koordinatensystem x_s , y_s und z_s ermittelt.

Um die Lage der mit dem CT-Scanner abgebildeten Schicht genau bestimmen zu können, müssen zunächst Kalibrierdaten ermittelt werden, die der Lage der Schicht relativ zu den Marken 2 an der Gantry entsprechen. Aus diesen Kalibrierdaten und aus der Lage der Marken 2 auf der Gantry kann bei einer späteren CT-Untersuchung die genaue Lage der abgebildeten Schicht im Raum bzw. relativ zum Position-Meßsystem berechnet werden. Zunächst wird das Kalibrierverfahren anhand des in Fig. 4 dargestellten Flußdiagramms näher erläutert:

Nach der Initialisierung 100 wird im Schritt 101 ein geeigneter Phantomkörper 4 in der Gantry 1 plaziert. Dieser Phantomkörper ist so gestaltet, daß ein CT-Bild einer Schicht dieses Körpers in einem eindeutigen Zusammenhang mit der Lage der Schicht in bezug auf diesen Phantomkörper besteht. Der Phantomkörper kann beispielsweise ein Kunststoffquader sein, der in vier seiner Seitenflächen gleichartige ebene Strukturen 6 aus die Röntgenstrahlung stark absorbierenden Stäben (z. B. aus Metall) enthält. Diese Strukturen können durch zwei X-förmig (aber auch N-, Z- oder V-förmig) sich kreuzende Stäbe gebildet werden, deren freie Enden durch zwei zueinander und zu den Kanten des quaderförmigen Körpers 4 parallele Stäbe miteinander verbunden sind. An dem Phantomkörper, beispielsweise an seinen Ecken, sind Marken 5 in Form von Licht emittierenden Dioden angebracht, deren Lage in bezug auf die Strukturen 6 genau definiert und bekannt ist. Wenn daher die Position der Marken 5 an den Phantomkörper 4 mit Hilfe des Positions-Meßsystems gemessen worden ist, läßt sich die genaue Lage der Strukturen 6 angeben.

Auf die genaue Positionierung des Phantomkörpers 7 kommt es nicht an. Wichtig ist nur, daß er so in der Gantry angeordnet wird, daß sich ein Schichtbild von ihm erstellen läßt und daß keiner der Stäbe der Strukturen 6 senkrecht zur Tischlängsrichtung verläuft, weil ein so gelegener Stab in einem CT-Bild unter Umständen gar nicht abgebildet wird. Bei dieser Positionierung des Phantomkörpers ist der Kippwinkel α , d. h. der Winkel den die Gantry mit einer senkrechten Ebene einschließt, Null.

Im Schritt 102 wird ein CT-Bild angefertigt, das von der Lage der abgebildeten Schicht in bezug auf den Phantomkörper abhängig ist. Dies ist aus Fig. 2 ersichtlich, die den Phantomkörper darstellt und in der die durch das CT-Bild abgebildete Schichtebene mit E eingezeichnet ist. Wie daraus ersichtlich durchstößt jeder Stab der Strukturen 6 die Schichtebene in einem (Durchstoß-)Punkt. Die Durchstoßpunkte jeweils einer der Strukturen mit einer Ebene liegen

auf einer Geraden. Infolgedessen ergibt sich im Prinzip das in Fig. 3 dargestellte CT-Bild mit in der Regel jeweils vier Durchstoßpunkten für jede Struktur.

Wenn die Schnitteinie der Schichtebene E mit der Ebene, in der sich eine der Strukturen befindet, die äußeren Stäbe senkrecht schneidet, dann liegen die inneren Durchstoßpunkte symmetrisch zu den äußeren Durchstoßpunkten auf der gleichen Linie – wie bei der oberen und der unteren Punktlinie in Fig. 3 dargestellt. Schneidet die Schichtebene E die äußeren Stäbe hingegen unter einem von 90° verschiedenen Winkel, dann liegen die inneren Durchstoßpunkte unsymmetrisch zu den äußeren Durchstoßpunkten auf der gleichen Linie – wie bei der linken und bei der rechten Punktlinie in dem CT-Bild gemäß Fig. 3. Je dichter die beiden inneren Durchstoßpunkte zusammenliegen, desto geringer ist der Abstand der Ebene E von dem Kreuzungspunkt der schräg zu den Kanten des Phantomkörpers verlaufenden Stäbe. Wenn die Ebene genau durch den Kreuzungspunkt verläuft, fallen die beiden inneren Durchstoßpunkte zusammen, und das CT-Bild hat dann nur noch drei Punkte auf einer Linie.

Die vorstehenden Überlegungen zeigen, daß aus dem CT-Bild die Lage der Schicht in bezug auf den Phantomkörper ermittelt werden kann. Demgemäß wird im Schritt 103 die Lage aller Durchstoßpunkte im CT-Bild vorzugsweise automatisch durch ein geeignetes Bildverarbeitungsverfahren ermittelt. Aus diesen Positionen im zweidimensionalen CT-Bild und der bekannten Geometrie des Phantomkörpers 4 bzw. der Strukturen 6 wird die Position von mindestens drei die Ebene E definierenden Durchstoßpunkten dreidimensional in einem fest mit dem Phantomkörper verbundenen Koordinatensystem x_p , y_p , z_p ermittelt. Im nächsten Schritt 104 wird die Position der Marken 2 und 5 mit dem Positions-Meßsystem 7 gemessen. Diese Position ergibt sich somit in einem mit dem Positions-Meßsystem verbundenen Koordinatensystem x_s , y_s , z_s .

Da die Position der Marken 5 am Phantomkörper 4 in einem mit dem Phantomkörper verbundenen Koordinatensystem x_p , y_p , und z_p von vornherein bekannt ist und da die Position der Marken 5 zugleich auch mit dem Positions-Meßsystem 7 in dem damit verbundenen Koordinatensystem x_s , y_s , z_s gemessen worden ist, wird im Schritt 105 die zuvor (im Schritt 103) schon im Koordinatensystem des Phantomkörpers x_p , y_p , z_p ermittelte Lage der Schichtebene E zunächst in dem mit dem Positions-Meßsystem verbundenen Koordinatensystem x_s , y_s , und z_s berechnet. Durch einen Abgleich mit den zuvor gemessenen Positionen der Marken 2 auf der Gantry wird dann die Schichtebene E relativ zur Gantry ermittelt, d. h. in einem mit der Gantry fest verbundenen Koordinatensystem x_g , y_g , und z_g . Diese Koordinaten werden als Kalibrierdaten im Schritt 105 gespeichert.

Wenn bei einer späteren CT-Untersuchung die Gantry ebenfalls – wie bei diesem Kalibrierschritt – senkrecht steht, ist somit die Lage der Ebene E in bezug auf die Gantry bzw. in bezug auf die Marken an der Gantry bekannt. Da die Lage der Gantry im Raum bzw. in bezug auf das Position-Meßsystem mit diesem gemessen werden kann, muß dann lediglich die Position der Marken 2 an der Gantry gemessen werden, um die Lage der Schichtebene im Raum bestimmen zu können.

Im Schritt 106 erfolgt eine Abfrage, ob der maximale Kippwinkel der Gantry schon erreicht ist. Ist dies nicht der Fall, wird der Kippwinkel α um ein Inkrement $d\alpha$ geändert und die Schritte 102 ... 105 erneut durchlaufen, wobei für diesen Kippwinkel die Lage der Schichtebene im bezug auf das mit der Gantry verbundene Koordinatensystem x_g , y_g , z_g gespeichert wird. Wenn der maximale Kippwinkel nach mehreren Durchläufen der Schleife 102 bis 106 erreicht ist,

ist das Kalibrierverfahren abgeschlossen.

Es sei angenommen, daß zu einem späteren Zeitpunkt die Schichtebene des CT-Scanners so nachgeführt werden soll, daß ein in den Untersuchungsbereich eingeführtes chirurgisches Instrument genau in der Schichtebene liegt. Das hierfür erforderliche Verfahren, das die genaue Kenntnis der Lage der Schichtebene voraussetzt, wird anhand des in Fig. 5 wiedergegebenen Flußdiagramms erläutert.

Nach der Initialisierung 200 wird im Schritt 201 die Lage des nicht näher dargestellten chirurgischen Instruments mit Hilfe von daran befestigten Marken in Form von LED's durch das Positions-Meßsystem ermittelt. Aus der im Schritt 201 ermittelten Position des Instruments wird im Schritt 202 die Lage und die Orientierung einer Schichtebene – in einem mit dem Positions-Meßsystem verbundenen Koordinatensystem – ermittelt, die das Meßinstrument enthalten würde.

Im Schritt 203 wird zunächst die Position $M(x_a, y_a, z_a)$ der Marken an der Gantry ermittelt (dieser Schritt könnte entfallen, wenn sichergestellt ist, daß das Positions-Meßsystem und die Gantry seit der Kalibrierung nicht verschoben worden sind). Aus der Messung der Position der Marken 2 an der Gantry wird im Schritt 203 außerdem die Lage der Schichtebene errechnet, die sich aus der momentanen Stellung der Gantry ergibt. Die Gantry kann dann im Schritt 204 so gekippt und so in Längsrichtung manuell oder automatisch verschoben werden, bis die Schichtebene mit der durch das Instrument definierten Ebene zusammenfällt. Anstatt die Gantry zu verschieben, kann mittels des Motors 8 auch die Tischplatte des Patientenlagerungstisches verschoben werden.

Danach wird im Schritt 205 ein CT-Bild erstellt, das das chirurgische Instrument vollständig abbildet. Danach ist das Verfahren beendet (206).

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß das erfindungsgemäße Verfahren keinerlei Kenntnisse der Konstruktionsparameter des CT-Scanners voraussetzt. Mit den gleichen Requisiten (Positions-Meßsystem, Phantomkörper, Marken) läßt sich mit dem anhand der Fig. 4 und 5 erläuterten Verfahren daher auch die Schichtebene bei einem CT-Scanner eines anderen Fabrikats bestimmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht nur bei der Anfertigung einzelner CT-Schichtbilder anwendbar, sondern auch bei der sogenannten Spiral-CT, bei der Röntgenstrahler und Röntgendetektor fortlaufend in der Gantry rotieren und die Gantry und der Patientenlagerungstisch relativ zueinander verfahren werden. Dabei wird nicht nur eine einzelne Schicht abgebildet sondern ein ganzes Volumen durch eine Serie von Schichten. Die Lage dieses Volumens läßt sich mit einer einzigen Messung erfassen, wenn zusätzlich die zeitliche Lage der Messung innerhalb der Spiral-CT-Untersuchung gemessen wird und wenn die Geschwindigkeit bekannt ist, mit der die Gantry und der Patientenlagerungstisch relativ zueinander verfahren werden.

Obwohl die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einem CT-Scanner besonders zum Tragen kommen, ist es nicht auf derartige Abbildungssysteme beschränkt. Es kann auch bei einem Ultraschall-Abbildungssystem angewandt werden. Auch hierbei befindet sich der Ultraschallwandler innerhalb eines Gehäuses, so daß sich die Lage der von ihm abgebildeten Schichtebene nicht exakt angeben läßt. Versieht man aber das Gehäuse mit Marken und mißt man die Lage der Schichtebene relativ zu einem ebenfalls mit Marken versehenen Phantomkörper, dann ist es anschließend möglich, die Lage der Schichtebene anhand der Marken auf dem Gehäuse um den Ultraschallwandler zu ermitteln.

Auch bei MR-Verfahren (MR = Magnetresonanz) ist die Erfindung anwendbar. Denn wenn dort auch die Lage und

die Orientierung einer durch ein MR-Bild abgebildeten Schicht mit Hilfe von magnetischen Gradientenfeldern definiert wird, ist es schwierig, die exakte Lage der Schichtebene im Raum anzugeben. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet dies auf einfache Weise. Der Phantomkörper muß in diesem Falle so strukturiert sein, daß der MR-Kontrast der Struktur 6 deutlich von dem MR-Kontrast seiner Umgebung abweicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Lage einer Schicht bei einem Schichtbild eines Untersuchungsbereiches erzeugenden Abbildungssystems, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Messung der Position $M(x_a, y_a, z_a)$ des Abbildungssystems (1) mit Hilfe eines Positions-Meßsystems (7),
- Berechnung der Lage der Schicht aus der gemessenen Position und aus gespeicherten Kalibrierdaten $(E(x_g, y_g, z_g))$ die der Lage der Schicht relativ zu dem Abbildungssystem

entsprechen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Schritte zur Ermittlung der Kalibrierdaten:

- Erzeugung (102) eines Schichtbildes von einem Phantomkörper (4) mit bekannter Struktur,
- Ermittlung (103) der Lage $(E(x_g, y_g, z_g))$ der durch das Schichtbild dargestellten Schicht relativ zum Phantomkörper (4),
- Messung (104) der Position des Abbildungssystems und des Phantomkörpers mit Hilfe des Positions-Meßsystems (7),
- Ermittlung (105) der Lage der Schicht relativ zum Positions-Meßsystem bzw. zum Abbildungssystem,
- Speichern der so gewonnenen Kalibrierdaten $(E(x_g, y_g, z_g))$.

3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung von mit dem Positions-Meßsystem (7) zusammenwirkenden, am Phantomkörper (4) und/oder am Abbildungssystem (1) befestigten Marken (2; 5) zur Bestimmung der Position des Phantomkörpers bzw. des Abbildungssystems.

4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die Verwendung von Licht emittierenden Dioden (2; 5) als Marken und eines optischen Positions-Meßsystems (7) zur Messung der Position der Marken.

5. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung eines eine Gantry (1) aufweisenden Röntgen-Computertomographen als Abbildungssystem und durch die Messung der Position der Gantry des Röntgen-Computertomographen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Gantry um eine Achse kippbar ist, gekennzeichnet durch die Schritte

- Ermittlung und Speichern je eines Satzes von Kalibrierdaten $(E(x_g, y_g, z_g))$ für eine Anzahl von Kippwinkeln (α),
- Verwendung des für den jeweiligen Kippwinkel (α) ermittelten Satzes von Kalibrierdaten $(E(x_g, y_g, z_g))$ bei einer späteren Untersuchung zur Berechnung der Lage der Schicht aus den gemessenen Positionen der Marken (2) an der Gantry (1).

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Gantry (1) und/oder ein Patientenlagerungstisch (3) des Röntgen-Computertomographen relativ zum Untersuchungsbereich verfahrbar sind, dadurch gekennzeichnet

net, daß zum Anfertigen eines Schichtbildes in einer Soll-Lage automatisch die Gantry (1) und/oder der Patientenlagerungstisch (3) soweit verfahren und ggf. die Gantry gekippt wird, bis die Soll-Lage und die errechnete Lage der Schicht übereinstimmen.

5

8. Verfahren nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch, die Ableitung der Soll-Lage aus der Position eines in den Untersuchungsbereich eingeführten, mit Marken versehenen Instruments.

9. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Abbildungssystem zur Erzeugung von Schichtbildern eines Untersuchungsbereiches, gekennzeichnet durch ein Positions-Meßsystem (7) zur Messung der Position des Abbildungssystems und durch Mittel zur Berechnung der Lage der Schicht aus der gemessenen Position und aus gespeicherten Kalibrierdaten, die der Lage der Schicht relativ zu dem Abbildungssystem entsprechen.

10. Verwendung der Anordnung nach Anspruch 9 in einem Abbildungssystem, insbesondere einem Röntgen-Computertomographen.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65